

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО ЦИКЛА ШАГОДУГОВОЙ СВАРКИ НА СТРУКТУРУ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ СТАЛИ 12Х1МФ.

К.С. Кровяков, А.А. Иванайский, В.В. Полькин

В последнее время при изготовлении сварных конструкций широкое применение находят низко и среднелегированные стали. При этом большое значение имеет не только качество исходного материала, но и сварного соединения в целом. Для правильной оценки процесса сварки легированных сталей его следует рассматривать с точки зрения термомодеформационных циклов, происходящих при сварке и существенно влияющих на качество соединения. Термические циклы определяют условия одновременного и последовательного появления дополнительных деформаций, движения дислокации, а также напряжений и деформаций в различных температурных областях ЗТВ. Особой проблемой является поведение легирующих элементов в ЗТВ и металле шва под влиянием термического цикла сварки. В настоящее время находит применение шагодуговая сварка легированных сталей, при которой дуга осуществляет возвратно-поступательные движения вдоль оси шва (рисунок 1)

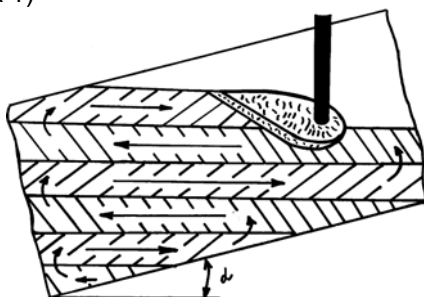


Рисунок 1 – Схема шагодугового процесса сварки

Анализ микроструктуры сварного соединения показал, что при данном способе сварки наблюдается особый характер кристаллизации металла шва. Несмотря на то, что шов по всей длине выполняется за один проход, можно выделить несколько последовательных слоев кристаллизации. Слоистость кристаллизации объясняется цикличностью ввода теплоты и характером перемещения дуги вдоль кромок. Толщина кристаллитов приблизительно такая же, как и при многопроходной сварке. Встреча их в центре происхо-

дит под углом, близким к нулю, т.е. в центре шва кристаллизация идет снизу вверх, что и способствует получению бездефектного шва по его оси. Слоистая кристаллизация при шагодуговой сварке происходит в условиях, когда очередной слой жидкого металла, накапливается на предыдущем, еще полностью не закристаллизовавшемся, то есть на жидкой прослойке. Это обеспечивает всплытие шлака на поверхность шва.

Термический цикл сварки обеспечивает проведение многократной термообработки шва и околошовной зоны. Проведенные расчеты термического цикла сварки показали, что металл после кратковременного нагрева выше 1000°C подвергался нормализации, высокому и низкому отпуску. Это, в свою очередь, обеспечивает высокую химическую однородность.

Для выявления основных закономерностей влияния термического цикла шагодуговой сварки была изучена структура и механические свойства стали 12Х1МФ.

Анализ микроструктуры сварного соединения данной стали показал, что верхняя часть сварного шва имеет литое строение с ориентацией столбчатых дендритов в сторону усиления шва. В низ лежащем слое крупные дендриты исчезают, их направление ориентации теряется, структура становится мелкозернистой, с различной ориентацией в пространстве.

Последующие слои сварного шва имеют мелкозернистую феррито-перлитную структуру с областями тростита и бейнита, причем в корне шва наблюдается некоторое укрупнение размеров зерна до уровня, примерно соответствующему основному металлу.

Преобладающей структурой является феррит и зернистый перлит. Околошовная зона также имеет феррито-перлитную структуру, хотя в верхних слоях сварного соединения наблюдаются участки, содержащие смесь тростита и бейнита.

Построенные частотные кривые распределения микротвердости для стали 12Х1МФ показали, что шагодуговой способ сварки без предварительного подогрева не приводит к

значительному упрочнению сварного шва и околошовной зоны. Микротвердость основного металла, зоны перекристаллизации и наплавленного металла примерно одинакова, и только в зоне перегрева произошло некоторое упрочнение стали. В металле шва и зоне термического влияния отсутствовала структура мартенсита.

Можно предположить, что под воздействием термического цикла дуги происходит отжиг предыдущих слоев, металл рекристаллизуется и приобретает более равновесное строение.

Установлено, что по прочностным и пластическим характеристикам сварное соединение теплостойкой стали 12Х1МФ соответствует требованиям ГОСТ 20072.

Кроме того, применение шагодуговой сварки позволяет выполнять сварные соединения за один проход при толщине металла до 40 мм. Это обеспечивается последовательным заполнением разделки кромок. Следует отметить, что при большом шаге колебаний сварочной дуги металл получается засоренным неметаллическими включениями, что неблагоприятно влияет на механические свойства сварного соединения.

Применение данного способа сварки позволило выполнять сварные соединения теплостойкой стали 12Х1МФ без предварительного подогрева, что позволило значительно сократить трудоемкость и себестоимость изготовления изделия.